



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

# ⑯ Patentschrift

⑩ DE 4324410 C1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:

B 01 D 3/14  
C 01 C 1/00  
// C02F 11/12,3/30

14

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.**

⑦3 Patentinhaber:

Enviro Consult Ingenieurgesellschaft für Umwelt- und Verfahrenstechnik mbH 52072 Aachen, DE

**⑦4) Vertreter:**

Andrzejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Honke, M.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;  
Albrecht, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 45127  
Essen

## ⑦2 Erfinder:

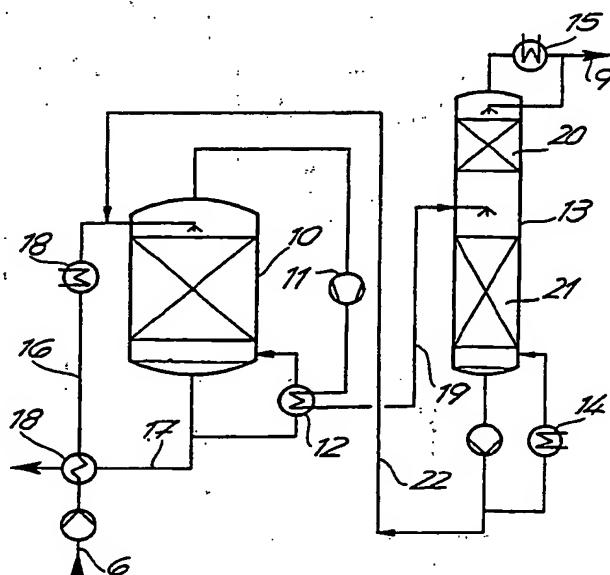
Frye, Andreas, Dipl.-Ing., 52134 Herzogenrath, DE;  
Kollbach, Jochen, Dr.-Ing., 52070 Aachen, DE; Dahm,  
Wolfgang, Dr.-Ing., 52072 Aachen, DE.

**56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:**

WLB Wasser, Luft und Boden (1990), S. 30 und 32;  
CAV, September 1985, S. 92;

#### 54 Verfahren zum Entfernen von Ammonium aus dem Zentralwasser einer biologischen Abwasserreinigungsanlage

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von Ammonium aus dem Zentratwasser einer biologischen Abwasserreinigungsanlage. Das Ammonium wird als Ammoniak in einer Strippkolonne mit Wasserdampf aus dem Zentratwasser ausgetrieben. Der am Kopf der Strippkolonne abgezogene Strippdampf wird verdichtet und als Heizdampf eingesetzt, um den in der Strippkolonne benötigten Wasserdampf zu erzeugen. Das dabei anfallende Strippdampfkondensat wird einer Rektifikationskolonne zugeführt, die einen Verstärkungsteil und einen Abtriebsteil aufweist. Am Kopf der Rektifikationskolonne wird Ammoniakwasser mit einem Ammoniakgehalt von mindestens 20 Gew.-% als Wertstoff abgezogen. Ferner wird aus der Rektifikationskolonne ein Sumpfprodukt mit geringem Ammoniakgehalt in den Zulauf zur Strippkolonne zurückgeführt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von Ammonium aus dem Zentratwasser einer biologischen Abwasserreinigungsanlage, die eine Denitrifikationsstufe, eine Nitrifikationsstufe und eine Schlammbehandlungsstufe für Überschußschlamm mit Schlammentwässerung aufweist, wobei das Ammonium in einer Strippkolonne als Ammoniak aus dem bei der Schlammentwässerung anfallenden Zentratwasser ausgetrieben und das gereinigte Zentratwasser dem Zulauf der biologischen Abwasserreinigungsanlage wieder zugeführt wird. Die Ammoniumelimination findet in kommunalen Kläranlagen in Nitrifikations- und Denitrifikationsstufen statt. Diese werden nicht nur mit dem zu reinigenden Abwasser sondern auch mit dem bei der Schlammentwässerung des ausgefaulten Überschußschlamms anfallenden Zentratwassers beaufschlagt, welches eine erhebliche Schadstofffracht, insbesondere an Ammonium, mitführt. Obwohl die Flüssigkeitsmenge des Zentratwassers bezogen auf die Abwassermenge vernachlässigbar klein ist, entfallen etwa 20% der Stickstoffbelastung in der Abwasserreinigungsanlage auf das in den Zulauf zurückgeführte Zentratwasser. Durch Entfernen von Ammonium aus dem Zentratwasser wird die Reinigungsleistung der biologischen Abwasserreinigungsanlage verbessert. Drohende Kohlenstoffdosierung zur Anhebung des C/N-Verhältnisses wird vermieden. Damit verbunden ist auch eine Verbesserung des Denitrifikationsprozesses, der zu einer Verbesserung der Nachklärung führt.

Bei dem aus "WLB Wasser, Luft und Boden" 6 (1990), Seiten 30 bis 32 bekannten Verfahren, von dem die Erfindung ausgeht, wird das Zentratwasser einer Strippkolonne zugeführt, die mit Strippluft arbeitet. Die Strippluft wird im Gegenstrom zur Flüssigkeit geführt und nimmt das in der Flüssigkeit gelöste Ammoniak auf. Die ammoniakbeladene Strippluft wird anschließend in einem Waschturm mit Schwefelsäure gewaschen, wobei das Ammoniak in Ammoniumsulfat gebunden und abgeschieden wird. Das Ammoniumsulfat wird deponiert, sofern es nicht als minderwertiger Dünger in der Landwirtschaft untergebracht werden kann.

Es ist ferner bekannt, ammoniakhaltiges Destillat, welches bei der Verdampfung von Deponiesickerwasser anfällt, in einer aus Abtriebsteil und Verstärkungsteil bestehenden Rektifikationskolonne durch Dampfstripping zu reinigen und das abgetrennte Ammoniak im Verstärkungsteil der Rektifikationskolonne zu Ammoniakwasser aufzukonzentrieren (Tagung "Deponiewasserreinigung" in München, 16. April 1991). Das Ammoniakwasser kann in Rauchgasentstickungsanlagen von Kohlekraftwerken eingesetzt werden, die selektiv katalytisch in den Rauchgasen enthaltene Stickstoffoxide reduzieren (SCR-Verfahren). Ferner besteht die Möglichkeit, Ammoniakwasser zur Konditionierung des Wasser-Dampf-Kreislaufes von Kohlekraftwerken zu nutzen. Die Dampfstripping ist jedoch mit einem hohen Energiebedarf für die Dampferzeugung verbunden. Außerdem müssen für die Kondensation des beladenen Strippdampfes erhebliche Kühlwassermengen zur Verfügung stehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art zum Entfernen von Ammonium aus dem Zentratwasser einer biologischen Abwasserreinigungsanlage anzugeben, dessen Energiebedarf klein ist und welches konzentriertes Ammoniakwasser als Wertstoff liefert.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß das Ammoniak in der Strippkolonne mit Wasserdampf ausgestript wird, daß der am Kopf der Strippkolonne abgezogene Strippdampf verdichtet und als Heizdampf eingesetzt wird, um den in der Strippkolonne benötigten Wasserdampf zu erzeugen, und daß das anfallende Strippdampfkondensat einer Rektifikationskolonne zugeführt wird, die einen Verstärkungsteil und einen Abtriebsteil aufweist, wobei am Kopf der Rektifikationskolonne Ammoniakwasser mit einem Ammoniakgehalt von mindestens 20 Gew.-% als Werkstoff abgezogen wird und wobei aus der Rektifikationskolonne ein Sumpfprodukt mit geringem Ammoniakgehalt in den Zulauf zur Strippkolonne zurückgeführt wird. — Das erfindungsgemäßige Verfahren arbeitet zweistufig. In der ersten Stufe erfolgt die Reinigung des Zentratwassers durch Dampfstripping. Das Zentratwasser fließt als gereinigte Flüssigkeit aus der ersten Stufe wieder ab. Die erste Stufe ist mit einem Brüdenverdichter ausgerüstet. Dieser verdichtet den am Kopf der Strippkolonne abgezogenen beladenen Strippdampf so weit, daß die Kondensationstemperatur oberhalb der Siedetemperatur liegt, welche für die Heizdampferzeugung benötigt wird. Dadurch kann die Kondensationswärme zur Erzeugung des in der Strippkolonne benötigten Wasserdampfes genutzt werden. Der Ammoniakgehalt im Strippdampf entspricht dem Dampf/Flüssigkeits-Gleichgewicht bezogen auf die Ammoniak-Zulaufkonzentration im Zentratwasser. Die Ammoniakkonzentration des Strippdampfes ist verhältnismäßig klein und unabhängig von der Produktendkonzentration des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Ammoniakwassers. Das hat den Vorteil, daß die Dampfdruckabsenkung durch Ammoniakanteile im Strippdampf gering und die erforderliche Verdichtung des Strippdampfes technisch leicht beherrschbar ist. Es können einstufige Radialverdichter als Brüdenverdichter eingesetzt werden. In der zweiten Stufe des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt eine Aufkonzentrierung des anfallenden Strippdampfkondensates in einer Rektifikationskolonne. Im Verstärkungsteil der Rektifikationskolonne erfolgt eine Ammoniakaufkonzentration, wobei am Kopf der Kolonne Ammoniakwasser mit einem Ammoniakgehalt von mindestens 20 Gew.-%, — falls gewünscht, auch technisch reines Ammoniak, — abgezogen wird. Da der Zulauf zur Rektifikationskolonne annähernd Siedetemperatur aufweist und bei ausreichender Stufenzahl der Rektifikationskolonne mit kleinen Rücklaufverhältnissen gearbeitet werden kann, ist der Energiebedarf für den Betrieb der Rektifikationskolonne klein.

Eine bevorzugte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß in einem der Strippkolonne vorgeschalteten Riesler Kohlendioxid aus dem Zentratwasser entfernt wird. Für den Strippvorgang ist erforderlich, daß Ammonium als flüchtiges molekulares NH<sub>3</sub> im Zentratwasser vorliegt. Gemäß dem Dissoziationsgleichgewicht wird der pH-Wert des Zentratwassers vor Eintritt in die Strippkolonne durch Alkalidosisierung im basischen Bereich eingestellt. Das Dissoziationsgleichgewicht ist temperaturabhängig und verschiebt sich mit ansteigender Temperatur in Richtung auf kleinere pH-Werte. Unter Berücksichtigung der in der Strippkolonne herrschenden Temperaturen ist ein pH-Wert von 9 ausreichend. Zweckmäßig kann es ferner sein, die Rektifikationskolonne mit gegenüber atmosphärischem Druck erhöhtem Druck zu betreiben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ledig-

lich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen

Fig. 1 das stark vereinfachte Blockschema einer biologischen Abwasserreinigungsanlage mit einer Zentralwasserbehandlungsanlage zum Entfernen von Ammonium,

Fig. 2 das Anlagenschema der Zentralwasserbehandlungsanlage.

Die in Fig. 1 dargestellte Abwasserreinigungsanlage umfaßt in ihrem grundsätzlichen Aufbau eine Denitrifikationsstufe 1, eine Nitrifikationsstufe 2 und eine Schlammbehandlungsstufe 3 für Überschüßschlamm mit Schlammentwässerung 4. Der aus der Schlammentwässerung 4 abgezogene Schlamm 5 wird im allgemeinen deponiert oder verbrannt. Die in der Schlammentwässerung anfallende Flüssigkeit wird als Zentralwasser 6 bezeichnet. Das Zentralwasser enthält eine beachtliche Schadstofffracht, insbesondere Ammonium. Das Zentralwasser 6 wird in einer Zentralwasserbehandlungsanlage 7 gereinigt und anschließend dem Zulauf 8 der biologischen Abwasserreinigungsanlage wieder zugeführt. Als Wertstoff fällt in der Zentralwasserbehandlungsanlage 7 Ammoniakwasser 9 mit einem Ammoniakgehalt von mehr als 20 Gew.-% an. Das Ammoniakwasser 9 kann in Rauchgasentstickungsanlagen von Kohlekraftwerken eingesetzt werden, die selektiv katalytisch die in den Rauchgasen enthaltenen Stickstoffoxide reduzieren (SCR-Verfahren).

Ferner besteht die Möglichkeit, das Ammoniakwasser zur Konditionierung des Wasser-Dampf-Kreislaufes von Kohlekraftwerken zu nutzen.

Das Anlagenschema der Zentralwasserbehandlungsanlage 7 ist in Fig. 2 dargestellt. Zum Aufbau der Anlage gehören eine Strippkolonne 10 mit Brüdenverdichter 11 und Verdampfer/Kondensator-Einheit 12 sowie eine Rektifikationskolonne 13 mit Verdampfer 14 und Kondensator 15. Die Zentralwasserführung besteht aus einem an die Strippkolonne 10 angeschlossenen Zulauf 16, einem an den Sumpf der Strippkolonne 10 angeschlossenen Ablauf 17 für gereinigtes Wasser sowie Wärmetauschern 18 zur Vorwärmung des der Strippkolonne 10 zugeführten Zentralwassers. In der Strippkolonne 10 wird Ammoniak mit Wasserdampf aus dem Zentralwasser ausgestript. Der am Kopf der Strippkolonne 10 abgezogene Strippdampf wird mittels des Mittels des Brüdenverdichters 11 verdichtet und in der Verdampfer/Kondensator-Einheit 12 als Heizdampf eingesetzt, um den in der Strippkolonne 10 benötigten Wasserdampf zu erzeugen. Das in der Verdampfer/Kondensator-Einheit anfallende Strippdampfkondensat 19 wird der Rektifikationskolonne 13 zugeführt, die einen Verstärkungsteil 20 und einen Abtriebsteil 21 aufweist. Am Kopf der Rektifikationskolonne 13 wird Ammoniakwasser mit einem Ammoniakgehalt von mindestens 20 Gew.-% als Wertstoff abgezogen. Ferner wird aus der Rektifikationskolonne 13 ein Sumpfprodukt mit geringem Ammoniakgehalt abgeführt und über die Rückführleitung 22 in den Zulauf zur Strippkolonne 10 zurückgeführt.

Das Zentralwasser wird vorbehandelt, bevor es der Strippkolonne 10 zugeführt wird. Die Vorbehandlung umfaßt vorzugsweise einen der Strippkolonne 10 vorgeschalteten Riesler, in dem Kohlendioxid aus dem Zentralwasser entfernt wird. Außerdem wird der pH-Wert des Zentralwassers vor Eintritt in die Strippkolonne 10 durch Alkalidosierung im basischen Bereich eingestellt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von Ammonium aus dem Zentralwasser einer biologischen Abwasserreinigungsanlage, die eine Denitrifikationsstufe, eine Nitrifikationsstufe und eine Schlammbehandlungsstufe für Überschüßschlamm mit Schlammentwässerung aufweist; wobei das Ammonium in einer Strippkolonne als Ammoniak aus dem bei der Schlammentwässerung anfallenden Zentralwasser ausgetrieben und das gereinigte Zentralwasser dem Zulauf der biologischen Abwasserreinigungsanlage wieder zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Ammoniak in der Strippkolonne mit Wasserdampf ausgestript wird, daß der am Kopf der Strippkolonne abgezogene Strippdampf verdichtet und als Heizdampf eingesetzt wird, um den in der Strippkolonne benötigten Wasserdampf zu erzeugen, und daß das anfallende Strippdampfkondensat einer Rektifikationskolonne zugeführt wird, die einen Verstärkungsteil und einen Abtriebsteil aufweist, wobei am Kopf der Rektifikationskolonne Ammoniakwasser mit einem Ammoniakgehalt von mindestens 20 Gew.-% als Wertstoff abgezogen wird und wobei aus der Rektifikationskolonne ein Sumpfprodukt mit geringem Ammoniakgehalt in den Zulauf zur Strippkolonne zurückgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem der Strippkolonne vorgeschalteten Riesler Kohlendioxid aus dem Zentralwasser entfernt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der pH-Wert des Zentralwassers vor Eintritt in die Strippkolonne durch Alkalidosierung im basischen Bereich eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rektifikationskolonne mit einem gegenüber atmosphärischem Druck erhöhten Druck betrieben wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

## Fig. 2

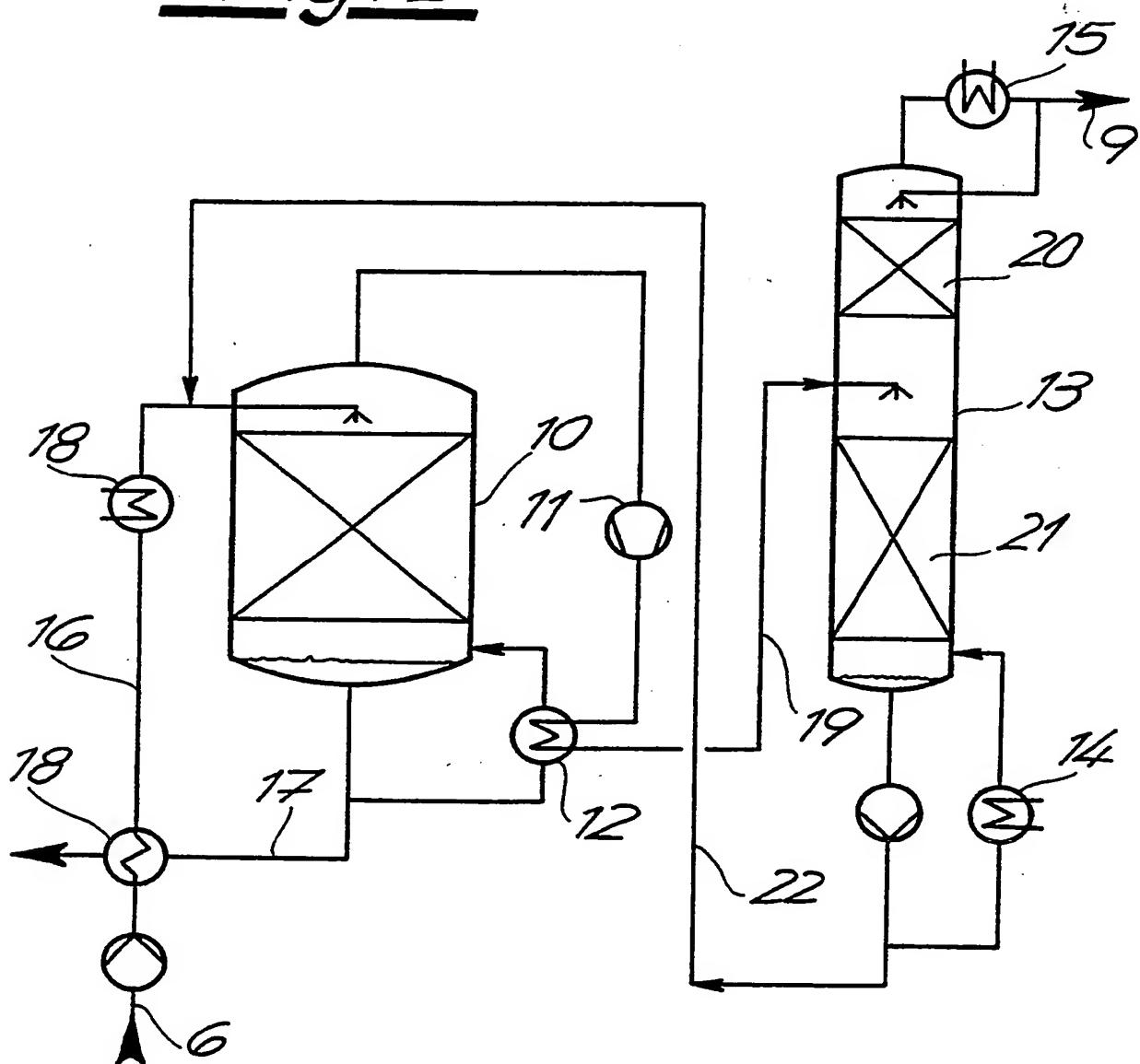


Fig. 1

